Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

CSAS | **SCCS**

Canadian Science Advisory Secretariat | **Secrétariat canadien de consultation scientifique**

Proceedings Series 2002/033 | **Série des compte rendus 2002/033**

National Workshop on Reference Points for Gadoids

Ottawa, November 5-8, 2002

Denis Rivard and Jake Rice, Chairpersons

Fisheries and Oceans Canada
200 Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

February 2003

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2002
ISSN 1701-1280
www.dfo-mpo.gc.ca/csas/
Canada

103-07348/

National Workshop on Reference Points for Gadoids

Ottawa, November 5-8, 2002

Denis Rivard and Jake Rice, Chairpersons

Fisheries and Oceans Canada
200 Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

February 2003

Cette publication est aussi disponible en français

Table of contents

Abstract ---- 1

Introduction ---- 3

SSB Limit reference points ---- 4

Recovery time ---- 6

Uncertainty and risk evaluation ---- 6

Harvest strategies ---- 7

Fisheries Management Benchmarks ---- 7

Benchmark Decision Rules – Applying the Precautionary Approach ---- 8

Considerations with respect to re-opening a closed fishery. ---- 9

Discussion ---- 10

Annex I: List of participants ---- 14

Annex II: Terms of Reference ---- 15

Annex III: Agenda ---- 16

Abstract

This was a National workshop organised jointly by the Science and Fisheries Management sectors of the Department of Fisheries and Oceans. There were about 35 participants from across the country, including four from the Fisheries Resource Conservation Council (FRCC).

The group examined three aspects related to the Precautionary Approach (PA): 1) definition of limit reference points; 2) guidelines for consideration of uncertainties in a risk management context; and 3) harvest strategies that are consistent with a precautionary approach.

Deliberations gave most attention to three cod stocks, namely northern cod, as well as cod in the northern and southern Gulf of St. Lawrence. Serious harm was defined as impaired stock productivity as exemplified by recruitment overfishing. Five methods were used to estimate the spawning stock biomass (SSB) associated with decreased recruitment.

Limit reference points were developed for two Gulf stocks, and a benchmark for interim consideration was established for the third. Estimates from the methods converged around a spawning stock biomass of 80,000 t for Southern Gulf cod. Results of these methods were more dispersed for Northern Gulf cod. and a provisional limit was adopted at 200,000 t for the stock spawning biomass. It was recognized that Observations were limited in the 100,000-200,000t range and that we are unlikely to be able to refine that estimate until more observations are obtained well within this range. Current information indicates that the biomass conservation limit is certainly higher than 100,000 t but allow the possibility that it might be lower than 200,000 t. Once the SSB has rebuilt well into the range of 100,000-200,000 t, and productivity of the stock at those biomasses has been estimated, further analyses could shed light on whether the stock has moved out of the range of impaired productivity before SSB has reached 200,000 t. Northern cod estimates were variable and a benchmark of 150,000 t was established with the understanding that the conservation limit (which is definitely believed to be much higher) would be calculated when the SSB reaches 150,000 t. The current spawning biomass for Northern Gulf and Northern cod is well below the provisional limit reference, and Southern Gulf cod is in the immediate vicinity of the value.

Concerning uncertainties and risk, it was agreed that current stock status will be evaluated in relation to the limits in the context of risk. In particular, it was agreed that the above-mentioned limits should be avoided with a high probability (e.g. 95% or more). Wherever possible, Stock Status Reports will provide an evaluation of the probability of the spawning biomass having reached the limit, or being below it.

As with northern Gulf cod, though observations are limited for northern cod in a wide range of biomasses (in this case between 150,000 t and 800,000 t), periodic re-analyses of stock-recruit data will be increasingly informative of how much larger than 150,000 the appropriate conservation limit really is for this stock. It was also agreed that the SSB would have to be distributed among the traditional spawning banks of the northeast Newfoundland Shelf and that failure of spawning to occur in the historic main spawning areas would also be considered evidence of impaired productivity.

As the conservation limit is approached, arresting the decline and rebuilding the spawning biomass will increasingly become a key consideration for management. Similarly, if a stock is below the limit, rebuilding the spawning biomass will be the primary consideration for management. Harvesting of the stock under such circumstances would be considered harm to the resource.

Regarding the establishment of harvesting strategies that take into consideration the precautionary approach, it was agreed that such strategies will involve a progressive stepping

down of the fisheries if the stock moves into less productive territory. Management benchmarks for this purpose should be established based on stock productivity characteristics.

It was recognized that, for a stock in decline, management action should start when the probability of reaching the limit reference point is still quite low, and that the fishing mortality should already be low as the biomass approaches the limit.

As more data are accumulated on the stocks, the limits will be reviewed periodically. It is suggested that limits should be evaluated at five-year intervals.

Introduction

A national workshop was held in Ottawa, on November 5-8 2002, to set reference points for cod and cod-like species. It was a joint workshop with Fisheries Management and Science, involving about 35 participants from across the country as well as four invited members of the Fisheries Resource Conservation Council.

The agenda focussed on three tasks: 1) defining and establishing limit reference points; 2) proposing guidelines for consideration of uncertainties in a risk management context; 3) discussing harvest strategies that are consistent with a precautionary approach. To focus preparatory work and discussion, and to make progress in a concrete manner, five stocks were put on the agenda: 1) northern cod, 2) cod in the northern Gulf of St. Lawrence, 3) cod in the southern Gulf of St Lawrence, 4) Pacific cod and 5) Pacific hake.

After examining the data sets, the Atlantic cod stocks were selected for limit point development. The assessments of Pacific cod were complicated by the use of a stock-recruit relationship for population reconstructions, and the recruitment dynamics of Pacific Hake are highly uncertain being characterized by a few pulses of occasional very strong year-classes surrounded by periods of low recruitment. Hence it was agreed to develop and test a template using the first three stocks, which were considered better cases from which to develop general approaches to setting reference points.

The Federal Framework for the Precautionary Approach (PA) was developed by the Privy Council Office (PCO) to ensure that precaution would be applied consistently across disciplines (e.g. Health, Natural Resources) in the government. The Precautionary Approach is a special case of risk management to be invoked in cases where three preconditions apply:

1) A decision or action is required
2) There is a risk of serious or irreversible harm
3) There is high scientific uncertainty

In a fisheries context, precaution is usually invoked because of threat of serious harm rather than demonstrated risk of irreversibility, and risk of harm is usually measured in terms of overfishing, i.e. high fishing mortality, and its effects on the spawning biomass of the target species. However, harm can also be to other properties of target species, e.g. localized depletion of components, as well as to ecosystem components, although the Workshop only had time to address biomass and exploitation rate of the target species.

Impaired productivity has been proposed as a sufficient definition of serious harm. This allows conservation limits to be chosen directly in relation to the risk of impaired productivity. In fish populations, impaired productivity is linked to the ability of a stock to reproduce itself. Impaired productivity may be due to reduced body growth, altered maturity schedule, increased natural mortality or low recruitment. With respect to conservation limits, first attention has been given to the recruitment process. In this case, impaired productivity results from depletion of the spawning biomass to a level so low that the probability that the stock will produce good recruitment is diminished, or the probability of poor recruitment is increased. Either of those situations can be considered compelling evidence of serious harm. Decision rules should incorporate limit reference points and they should identify the associated actions when these are approached or passed. Society chooses the level of risk that is tolerable and risk should be quantified using 'best practices' of science. The burden of proof may be assigned and will be evaluated on a case specific basis. In the Fisheries and Oceans context, the burden of proof of harm may be assigned to Science due to DFO having the knowledge base to assess harm. The conservation limits also are to be chosen by technical experts based on the best science available. In both cases the initiatives are led by technical experts in science and management of DFO, but should be inclusive of knowledge complementary to that provided by DFO experts.

Limit reference points are often set in terms of fishing mortality (F) and stock spawning biomass (SSB), and the workshop focused on methods using these metrics. The limit reference points define zones in relation to F and SSB. Decision rules specify the nature of the management action that is appropriate in each zone. Limit reference points for F used in the decision rules tend to be defined on the basis of not exceeding exploitation rates associated with maximum sustainable yield. Accordingly, the workshop focused on conservation limit reference points for SSB.

Reference points are specific to the particular productivity regime. While it is especially important to evaluate the limit reference point for F with respect to the prevailing productivity regime to ensure that the exploitation rate is commensurate with production, consideration of regime implications for SSB reference points takes a different tack. The SSB conservation limit for a low productivity regime is likely to be lower than that for a high productivity regime. If the SSB reference point is adjusted downward and the biomass is allowed to decline to these lower levels, it may result in an inability for the stock to subsequently rebuild even if productivity improves. Even if the relationship were the opposite, i.e the proper biomass limit for a low productivity regime was higher than in a high productivity regime, rebuilding from the lower reference point, once reached, would still be difficult and leave the stock in a state of impaired productivity for a number of years. In any case, developing regime-specific reference points would require reliable information on both what regimes prevailed both over the full historic time series and what regimes will be occurring in each year that advice is to be provided in future, using the regime-specific reference points. Such information is not available at present, nor is it expected in the medium term. Therefore we simply used all the stock and recruit data available when estimating the reference points, with the results being a robust estimator of overall biomass below which productivity is impaired, irrespective of environmental regime.

SSB Limit reference points

The basic ingredients for developing conservation limits include a biological statement of what characterizes the boundary, and a computational method for making the statement operational. A diversity of techniques has been employed to identify possible limit reference points. Each of these techniques may have some utility and each can be criticized in at least some types of applications. Due to the nature of the data and different assumptions made by various analytical approaches, there can be substantial differences in results between different techniques. In each application, experience, judgement and knowledge of stock specific circumstances are important considerations in setting the technical basis for the determination of reference points.

The working group considered three biological statements that characterize the boundary, one associated with historical biomass from which recovery was observed and two associated with identifying a biomass below which recruitment is likely to be poor:

1. The $B_{recover}$ limit is the point below which either SSB is not expected to commence recovery quickly when fishing mortality is removed, or stock dynamics are unknown. At $B_{recover}$, SSB will produce a recovery if conditions are average or favorable. However, there is no guarantee that, if SSB is around $B_{recover}$, stock rebuilding will occur during an unfavorable productivity regime.

2. The $Sb_{50/90}$ limit is the point below which the population is unlikely to produce average recruitment under good early life-history stage survival conditions.

3. The SR_{50} limit is the SSB where the population fails, on average, to produce half of the maximum possible.

For the gadoid stocks under review, five computational methods were retained for defining limit reference points in terms of spawning stock biomass, one for each of statements 1) and 2) above and three for statement 3) corresponding to three approaches for determining the stock-recruitment relationship:

1) $B_{recover}$: the lowest historical biomass level from which the stock has recovered readily.
2) $Sb_{50/90}$: the SSB corresponding to the intersection of the 50th percentile of the recruitment observations and the replacement line for which 10% of the S-R points are above the line.
3) BH_{50}: the SSB at which expected average recruitment is one half of the maximum recruitment predicted by assuming an underlying Beverton-Holt stock-recruit relationship (i.e, the recruitment that is 50% of the value at the asymptote).
4) RK_{50}: the lower SSB at which expected average recruitment is one half of the maximum recruitment predicted by assuming an underlying Ricker-type stock-recruit relationship. (i.e, the recruitment that is 50% of the value at the peak of the dome)
5) NP_{50}: estimate of the lowest SSB where the expected median recruitment is one half of the maximum recruitment calculated by a non-parametric analysis. (i.e, the recruitment that is 50% of the largest median recruitment achievable at any SSB within the range of historic observations)

Once the individual B_{lim} candidates have been checked, a comparison among those which were retained could provide insights into the certainty of advice. If they cluster into one region, some feeling of confidence would result. If they clustered into two groups, secondary arguments would have to be invoked for picking the preferred cluster. If the values for B_{lim} were scattered over a wide range (relative to the individual uncertainties), the data seem uninformative about the degree of dependency of recruitment on SSB. More analyses or simulations might shed some light on the relationships, but it is likely that more data are needed on the productivity of the stock over a wide range of spawning biomasses and environmental conditions. Under such cases, risk management practices would argue for keeping the SSB above all the plausible candidate B_{lim}, until such time as better estimates of B_{lim} are possible.

When these methods were applied to the three stocks the values obtained for the limit-SSB were relatively consistent for cod in the southern Gulf (Figure 1) but a wide range was observed for cod in the northern Gulf (Figure 2) and northern cod (Figure 3). For northern Gulf cod and northern cod, the SR_{50} reference point was very sensitive to the computational method used for the stock-recruitment relation, making these results suspect. Further, for northern cod, the results seem to be very influenced by the exceptionally high recruitment in the earliest years.

We have goodness of fit criteria and residual analysis for the stock-recruit functions and smoothers. In the cases reviewed, the limits based on BH_{50} and RK_{50} were not always robust to data uncertainty. A cursory inspection of the fits suggest that some fits of the underlying s-r functions to the stock and recruit observations were not statistically significant. It was suggested that re-sampling either the stock-recruit data or the residuals from the fit to the data could get probability distributions for the parameters of the s-r curves. The non-parametric index, NP_{50}, could be treated in a similar manner. The Serebreyakov's method is robust to model uncertainty (because it does not require a model to be fitted) and it scaled well across the three stocks considered, in the sense that it gave reasonable estimates relative to historical SSB and productivity levels. Non-stationarity in the S-R data due to environmental regimes would present problems for all methods, for example if all the points above the recovery 90% line were from a previous regime.

The best estimate of the limit reference point for cod in the southern Gulf was a stock spawning biomass of 80,000 t. For cod in the northern Gulf, the conservation limit was estimated at 200,000 t. However it was recognized that there were few data on the recruitments expected in the 100,000-200,000 t range of SSB, because the stock passed very quickly through this range. Therefore the 200,000 t is not a definitive estimate, and may require a downward revision when more data are available. However, until the stock is well within the range of 100,000 to 200,000 t,

it is unlikely to be possible to define the value more precisely. For northern cod, it has not been possible to identify precisely a limit for the stock spawning biomass, in part because the BH_{50} and the RK_{50} have their peaks poorly defined by the historic stock-recruit data. However, it was agreed that the conservation limit must be a value greater than 300,000 t. When the stock spawning biomass approaches 150,000 t, we can then review the data and attempt to see if they have become more informative about the appropriate conservation limit (using all knowledge accumulated to date).

Recovery time

"Recovery time" was not retained as a primary measure of serious harm because it is strongly affected by variation in overall productivity and the definition of the recovered state. Nonetheless, evaluation of recovery time was considered as a way to cross-validate the results obtained from the five other methods identified. In that context, an interval of two generations was identified as a reasonable time frame for recovery, with a positive population response following closely in time after implementation of remedial actions (TAC reductions, spatial management, etc.). The recovery rates were determined using stock projections which, given the context of conservation limits, logically had to incorporate a stock recruit relationship.

Three estimates of recovery time were presented using different models, all using non-parametric stock-recruit relationships. These can tend to be compensatory at low biomass, as the fall to the origin is not included in such models. In one simulation of northern Gulf cod, the recovery was trapped in a low-productivity (recruitment) regime.

Uncertainty and risk evaluation

"Risk evaluations" and "buffers" are ways to take into account the uncertainties inherent in stock assessments and management systems, an essential element of good risk management and a key aspect of the Precautionary Approach. Buffers serve the function of ensuring that conservation measures begin to be implemented before the limit is breached. The performance of alternative management actions is evaluated by comparing the resulting state of the resource against the reference point. Therefore uncertainty in both the estimate of the resource state and the estimate of the reference point are pertinent.

As evidenced by the approach used here to estimate B_{lim}, the determination of reference points typically involves comparison of results from competing models, knowledge of stock specific circumstances, and judgment. Further, the models describing productivity dynamics often do not convincingly explain the variation in the observations, hence the requirement to consider several competing models. In such a situation, the prevailing uncertainty is that associated with judgment of the model inadequacies and the estimation of uncertainty from any specific model is not particularly useful. Instead, the estimation uncertainty is fully expressed in the risk management uses of the reference points, once they have been selected. Accordingly, the reference points are taken as prescribed constants based on consideration and judgment of a range of competing techniques.

Periodic assessments will typically serve to identify the current state of a stock in relation to the reference points, and can do so in a probabilistic or risk-based manner. Usually the uncertainties captured in such assessments are estimation uncertainties and random data errors, but not uncertainty due to model mis-specification or due to systematic data inaccuracies. Depending on the time frame in which risk is estimated, it may or may not include uncertainties in future states of nature, e.g. recruitment, body growth. Experience and simulation studies have shown that the uncertainty for longer term projections has generally been underestimated.

Explicit risk evaluations are already provided for many stocks. Often, risks can be expressed in terms of probability of the spawning biomass falling below a prescribed value or declining further, for various assumed catches. When risk evaluations are available, the "buffer" effect can be achieved directly by risk averse management relative to the conservation limit rather than actually constructing explicit buffers. There is currently no policy on the degree of risk aversion to be exercised in DFO, but practice elsewhere uses 5% or 10% tolerances.

Although statistical estimation of uncertainty is an important tool, all of the sources of uncertainty cannot be quantified. This caveat should be kept in mind when considering results, and it implies that real-world risks associated with management choices can only be larger than the risks produced by quantitative analyses. To the extent possible, the method used to calculate the estimation uncertainty should make few assumptions about specific error distributions or be robust to such specification.

Harvest strategies

Harvest strategies must be designed to ensure that the risk of a stock reaching a conservation limit is managed, and kept very low. In other words, SSB conservation limits must be avoided with high probability. Harvest strategies also aim to conserve resource productivity by keeping F at moderate levels. As limited amounts of fish are available to be harvested, it is imperative that clearly defined harvest levels and the control rules which guide decisions be established. If this is achieved, and the rules are implemented effectively, then there is correspondingly a high probability that the stock will increase away from the conservation limit.

In arriving at decision rules, social and economic aspects may have to be considered in addition to the conservation concerns. The significant factors that impact on management actions and/or harvest control are:

- the state and productivity of the stock
- the relative capacity of the fleet
- the economic structure of the fleet (e.g. debt load, structural incentives such as E.I. eligibility, cost/earnings analysis)
- the relationship between numbers of boats/fishermen/landing sites and the amount of verification (e.g. fishery officers and equipment, DMP, observers)
- the costs of fisheries management and verification relative to the landed value
- the management conduct of the fishery (e.g. ITQ vs IQ vs competitive)
- the conservation ethic of the fleet
- the amounts of fish needed to satisfy by-catch requirements in other fisheries
- the amounts of fish needed to satisfy aboriginal rights and/or requirements (food fisheries, commercial access)
- the amounts of fish needed to meet scientific monitoring needs.

A conceptual approach, emerging from Fisheries Management, is that the characteristics of the fleets lend themselves better to a stepped reduction of fishery quotas as the conservation limit is approached, than to a constant or linear reduction.

Fisheries Management Benchmarks

From an access perspective, it is useful to define fisheries management benchmark zones for specific fisheries which would allow clear rules to be developed to guide decision-making. These rules would then describe how the available fish can be utilized to meet various needs. For example, the following key progresses from no fishing through a full commercial fishery:

Monitoring Zone – well below the conservation limit

- Fishing mortality severely limited to approved scientific monitoring activities. Fishing mortality will be relatively constant at an extremely low level. There will be no significant by-catches allowed in other fisheries.

Incidental By-catch Zone – below the conservation limit

- Additional fishing mortality limited to incidental catch to permit other directed fisheries to occur where the catch of the by-caught species is not significant and all reasonable measures have been implemented to minimize by-catch.
- Fishing mortality will vary, to a cap at a very low level.

By-catch Zone

- Additional fishing mortality limited to by-catch normally caught in other directed fisheries without a specific cap.
- Fishing mortality at a low level, catch varies relative to biomass of stock as well as biomass of stock of directed species.

Normal Fishing Zone

- Additional fishing mortality subject to commercial/recreational fisheries occurring, limited by a TAC and defined by the above characteristics.
- Above this point, fishing mortality would be held at a moderate level, and a stepped approach to changing TACs could be used.

Benchmark Decision Rules – Applying the Precautionary Approach

Moving between each of the above benchmark zones implies a significant set of fisheries management actions aimed at changing the fishing mortality of the stock, creating a significant inflection point in the Catch/Biomass relationship. Movement between zones, must be guided by a pre-determined set of decisions, which can be formulated on a stock-specific basis. It is proposed that these zones and the inflection points be set based on the stock status and the productivity regime, the above harvest control factors, and the targets of the fishery.

Some characteristics of the stock status are:

- Abundance
- SSB
- Mortality rates

Some characteristics of the productivity regime are:

- Recruitment
- Growth rate
- Condition index
- Age at maturity
- Geographic distribution

Some characteristics of decision rules could include:

- Catch levels must increase more slowly than they decrease
- Both the status of the stock and the productivity regime must be demonstrably positive for a increase in catch across an inflection point to occur.
- Decision rules must be based on achieving pre-determined objectives
- Keep fishing mortality moderate and promote rebuilding when the spawning biomass is low.

This framework was discussed in a subgroup during the workshop but specific levels for action (management benchmarks) in the three cod stocks discussed were not defined. The conceptual framework was discussed and directions were identified for further consideration. In general, it is not possible to develop firm and final harvest control rules in isolation from stakeholders.

Considerations with respect to re-opening a closed fishery.

It was agreed that the same criteria should be used for re-opening as for closure. An explicit hysteresis (i.e. an opening reference point higher than the one for closure) was not advocated. However, it was observed that changes in the factors affecting production, especially recruitment, could introduce a hysteresis.

Most of the discussion had been around a limit based on SSB, but if a more informative metric were available, it should be used. Such metrics, for example spawning potential, might well exhibit hysteresis in terms of biomass. That is, more biomass might be required to produce the same spawning potential if a regime had changed during or after a closure was invoked. Other metrics such as size, age structure of the stock or maturation rates are probable candidates for regime dependent factors. Furthermore, if growth rates or natural mortality rates were changed, the time to recovery could also be affected. The change in recovery rate could affect fishing mortality rates under risk management.

As the duration of a current regime is difficult to predict, the definition of the recovered state might also be poorly determined. It was suggested that the direction of the stock trajectory alone could be useful. However, studies in other stocks (ICES) suggest that management uncertainties or implementation "error" could be key factors in preventing recovery. These risks should be quantified for any stock under consideration for re-opening.

Finally, it was observed that the fishing strategy should be designed so that the fishing practices do not prolong or exacerbate a non-productive regime. Furthermore, because of changes in stock structure or stock dynamics at low abundance, recovery time could be much longer than the time taken to reduce productivity.

Discussion

Although poor recruitment can occur over a range of SSBs, the probability of poor recruitment increases substantially with decreasing spawning stock biomass for all stocks considered except Pacific Hake, where no pattern was present. For the three stocks considered in detail, it would be necessary to maintain the SSB at levels that are much higher than the present SSB in order to keep the probability of poor recruitment low.

Ideally, the limit reference points should be compared across stocks for consistency with stock dynamics. The limits should "scale" appropriately (make sense across stocks given their productivity) and be robust (insensitive to small changes in input data). At present, however, we have little experience in making such comparisons (meta-analyses). Nevertheless, for the three stocks reviewed, the $Sb_{50/90}$ limit tended to scale reasonably well across stocks. $B_{recover}$ does not scale as well across stocks, perhaps because limits based on that method were affected by the degree to which past recoveries were the result of particular circumstances. The same holds for RK50, BH50 and NP50, for which across-stock comparisons were made difficult because of widely different goodness-of-fit (see above).

In summary, five methods were retained for defining limit reference points on these stocks. One of the five is based on the lowest historical biomass level from which a recovery was observed in the past. The other four seek to identify the level of stock spawning biomass below which recruitment is likely to be poor. Another approach, based on time to recover, was suggested as a way to validate the results. Due to the nature of the data and assumptions of the methods, these methods can give widely different values for a particular stock. The best estimates of the spawning biomass limit for the three stocks reviewed here were as follows:

- Although values were relatively similar for cod in the southern Gulf, a wider range was observed for northern cod and cod in the northern Gulf. The best estimate of the limit reference point for cod in the southern Gulf was a stock spawning biomass of 80,000 t. For cod in the northern Gulf, it was estimated at 200,000t with the recognition that there were few data in the 100,000-200,000 t range. However, until the stock has been well within this range for at least a few years, it will not be possible to evaluate what SSB would be sufficient to keep the risk of poor recruitment low. Once the SSB has rebuilt well into the range of 100,000-200,000 t, and productivity of the stock at those biomasses has been estimated, further analyses could shed light on whether the stock has moved out of the range of impaired productivity before SSB has reached 200,000 t.

- For northern cod, it was not possible to identify a limit for the stock spawning biomass. However it was clear that the limit associated with impaired recruitment would have to be higher than 300,000 t. Furthermore, spawning aggregations would have to be widespread in the offshore before it would be likely that recruitment would cease to be impaired. There was agreement that, as the stock spawning biomass approaches 150,000 t, we can then review the data and re-evaluate the estimation if they are sufficiently informative to support estimating a conservation limit. If not, there would at least be enough information to set a new benchmark SSB to reach, while gathering further information about the stock productivity dynamics.

- These methods were considered generally appropriate for all stocks for which time series of stock and recruit data are available. Although some stocks may present the types of difficulties encountered with northern Gulf cod (large range of SSB over which there is little information on potential productivity) and Pacific Hake (time series dominated by few years of very large recruitments), the methods are appropriate to at least explore SSB limits for many more stocks.

- As more data are acquired, these limits will be reviewed periodically. It is suggested that limits should be re-evaluated at five year intervals.

Limit reference points in terms of biomass and fishing mortality may not be sufficient to adequately implement a precautionary framework. When considering serious harm, other and even non-quantitative issues should be considered. These include loss of spawning components, age structure, production and genetic diversity. It is recommended to evaluate these on a case-by-case basis until they can be evaluated systematically.

Figure 4 illustrates the relationship between limit reference points for fisheries management and reference points associated with species-at-risk action. This figure is from a FAO report on CITES that J. Pope and J. Rice were involved in, placing limit reference points in a wider context of risk management (FAO Fisheries Circular 954, 2000). It should be noted that fisheries limit reference points are many orders of magnitude above the biomass associated with threatened or endangered species.

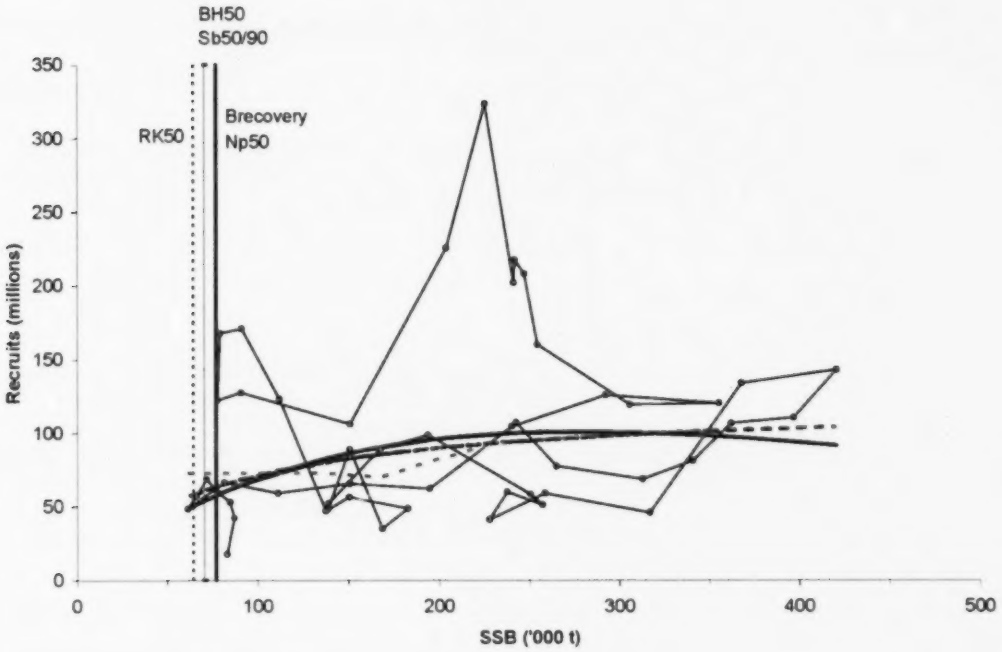

Figure 1: Limit Reference Points for Southern Gulf Cod (4TVn)

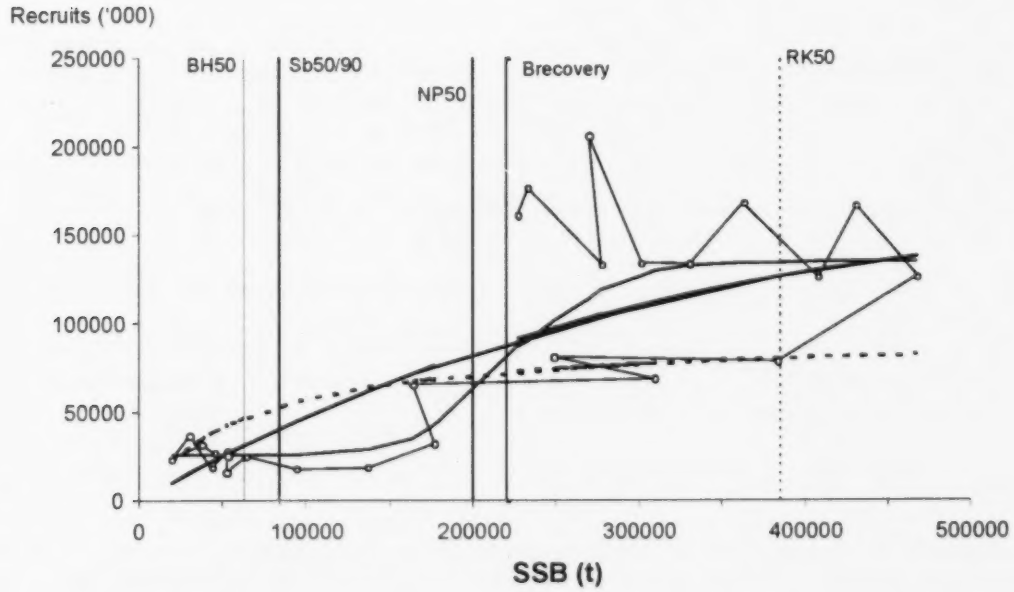

Figure 2: Limit Reference Points for Northern Gulf cod (3Pn4RS)

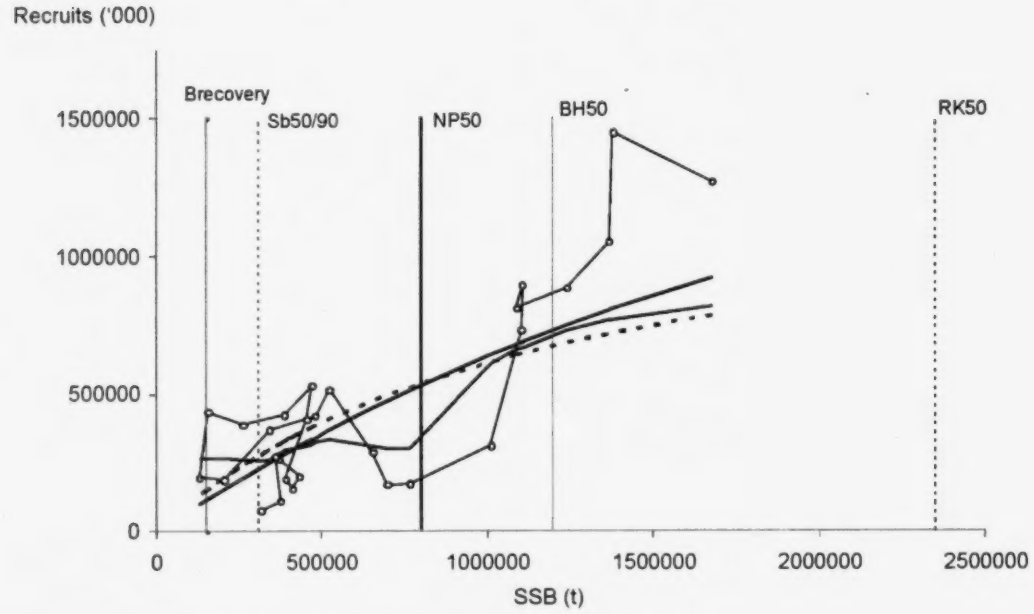

Figure 3: Limit Reference Points for Northern cod (2J3KL)

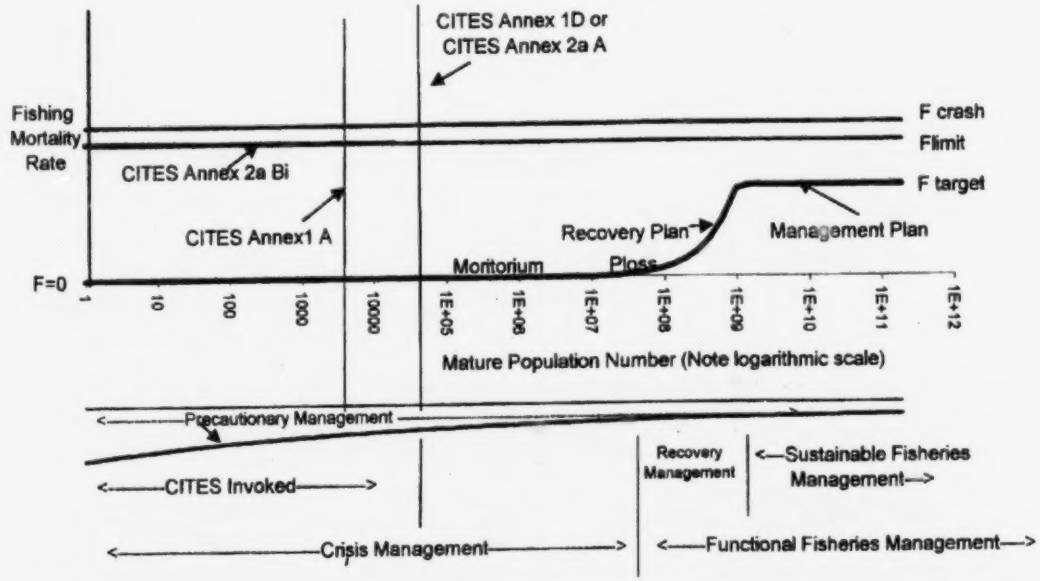

Figure 4: Reference points in context of Precautionary Management and CITES. SSB limit reference points are at the cusp between functional and crisis fisheries management. Read COSEWIC for CITES for Canadian context. *[Figure from FAO Fisheries Circular 954, 2000].*

Annex I: List of participants

National Workshop on reference points for Gadoids

Participants:

1. Annand, Chris – DFO Maritimes
2. Bevan, David – DFO NCR *
3. Cadigan, Noel – DFO Newfoundland - Science
4. Castonguay, Martin – DFO Quebec – Science
5. Chapman, Bruce – FRCC
6. Chouinard, Ghislain – DFO Gulf – Science
7. de March, Larry – DFO C&A - FM
8. Duplisea, Daniel – DFO Quebec – Science
9. Fréchet, Alain – DFO Quebec – Science
10. Fu, Caihong – DFO Pacific – Science
11. Gavaris, Stratis – DFO Maritimes – Science
12. Gillis, Dave – DFO NCR – Science
13. Hébert, Réjean – DFO Gulf – FM
14. Kristmanson, James – DFO NCR – Science
15. Labonté, Serge – DFO NCR – Science *
16. Lane, Dan – FRCC - University of Ottawa
17. Lilly, George – DFO Newfoundland – Science
18. MacDonald, Al – DFO Pacific - FM
19. Maguire, Jean-Jacques – FRCC
20. Mashal, O'Bai – DFO NCR – Science *
21. McQuinn, Ian – DFO Quebec – Science
22. Mohn, Bob – DFO Maritimes – Science
23. O'Boyle, Bob – DFO Maritimes – Science
24. Perry, Jaqueline – DFO Newfoundland – FM
25. Pope, John – FRCC
26. Rice, Jake – DFO NCR - Science
27. Rivard, Denis – DFO NCR – Science
28. Russell, Roy – DFO Newfoundland – FM
29. Shelton, Peter – DFO Newfoundland – Science
30. Sinclair, Alan – DFO Pacific – Science
31. Vermette, Michel – DFO FM
32. Vienneau, Rhéal – DFO Gulf – FM
33. Watson-Wright, Wendy, DFO NCR - ADM Science *

* Partial attendance

Annex II: Terms of Reference

National Workshop on reference points for Gadoids
Ottawa, November 5 to 8 (until noon), 2002

Steering Committee:
G. Chouinard, S. Gosselin, J. Kristmanson, B. O'Boyle, J. Rice, D. Rivard, P. Shelton, A. Sinclair, M. Vermette

Venue: Lord Elgin Hotel, Ottawa

Format:
Two workshops to be held in parallel:

- one by FM on management reference points and decision rules;
- one by Science on conservation reference points and how to handle uncertainties and risk.

Opening joint sessions: on framework(s) and data.
Separate sessions: working style, analytical methods, estimation of candidate values for reference points.

Midpoint joint session on progress and problems.
Closing joint session on results.

Focus:

On Gadoids:

- Key stocks will include: northern cod, northern and southern Gulf cod, Pacific Hake, Pacific cod:
- Other gadoid stocks depending on attendance (*need to set up list)*

On methodological approaches:

- Must have systematic analytical basis for setting conservation reference points and quantification of uncertainty
- Must have biological & statistical rationales for the analytical approach(es)
- Must have clear guidance on linkage between analytical treatments of uncertainty and decision rules, to ensure risk averse decision-making, whether through use of "buffer/precautionary" reference points or other tools.
- Should have clear statement of limitations (if any) on generality of analytical basis, and guidance for practice when cases fall outside general limitations.

On reference points:

- Must come out with candidate reference points for conservation for all key stocks, and as many others as possible in time available.
- Desirable to come out with candidate reference points and decision rules for management.

Annex III: Agenda

Day 1:

Review of core concepts on limit reference points:
(*Shelton, Rice, Cadigan, Gavaris, Mohn*)

- Conservation limit reference point (point of serious harm)
- Avoidance with "high probability"
- "Currencies" of reference points (SSB, F, possibility of others, acknowledging need for consistency).

Review of core concepts of uncertainty

- What sources of uncertainty need to be considered? (Take uncertainty from assessment results, or construct uncertainty from its components)
- Role of uncertainty and risk management (approaches to trigger action before conservation limit is reached)

Experience so far:

- 4X cod and haddock (*O'Boyle and Lane*)

Science Framework - For each key stock:
(*Chouinard, Fréchet, Fu, Shelton, Sinclair*)

- Key data (recruitment, SSB, catch trends, R-SSB plots)
- Assessor's view of conservation limits, sources and magnitudes of key uncertainties, what constitutes "impaired" productivity.

Management framework - For each key stock, manager's view of:
(*Vermette et al.*)

- Target reference points for management
- Decision (or Harvest Control) rules
- Management benchmarks [e.g. in the context of the "staircase approach"]
- Risk tolerances

Day 2: Science and FM break in separate working sessions

Day 3: Morning: Joint session - progress report
Afternoon: Working session followed by Plenary on:

- PA and management framework for <u>key</u> stocks
  (*Chouinard, Fréchet, Shelton, Sinclair*)
- PA and management framework for <u>other</u> stocks
  (*selected participants*)

Day 4: Morning (only): Wrap-up Session
Principles and methods for:

- Establishing conservation limits
- Quantifying uncertainty and risk
- Managing risk - explicit vs buffers or precautionary points
- Setting management targets
- Applying formal decision rules

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

SCCS | CSAS

Secrétariat canadien de consultation scientifique | Canadian Science Advisory Secretariat

Série des compte rendus 2002/033 | Proceedings Series 2002/033

Atelier national sur les points de référence concernant les gadidés

Ottawa, 5-8 novembre 2002

Denis Rivard et Jake Rice, Coprésidents

Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

Février 2003

© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2002
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002
ISSN 1701-1280
www.dfo-mpo.gc.ca/csas/
Canada

Atelier national sur les points de référence concernant les gadidés

Ottawa, 5-8 novembre 2002

Denis Rivard et Jake Rice, Coprésidents

Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

Février 2003

Table des matières

Résumé ---- 1

Introduction ---- 3

Points de référence limites BSR ---- 4

Temps requis pour reconstitution ---- 6

Incertitude et évaluation du risque ---- 7

Stratégies de récolte ---- 8

Zones repères de gestion des pêches ---- 8

Règles décisionnelles relatives aux zones repères – Application de l'approche de précaution ---- 9

Considérations entourant la réouverture d'une pêche fermée ---- 10

Discussion ---- 10

Annexe I : Liste des participants ---- 14

Annexe II : Cadre de référence ---- 15

Annexe III : Ordre du jour : ---- 16

Résumé

Cet atelier national, organisé conjointement par les secteurs des Sciences et de la Gestion des pêches du ministère des Pêches et des Océans, a réuni quelque 35 participants provenant de diverses régions du pays, dont quatre représentaient le Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH).

Les participants ont examiné trois aspects touchant l'approche de précaution (AP) : 1) la définition des points de référence limites; 2) la ligne de conduite à suivre pour la prise en compte des incertitudes dans un contexte de gestion du risque; 3) les stratégies de récolte correspondant à l'approche de précaution.

Les discussions ont surtout porté sur trois stocks de morue : la morue du Nord; la morue du nord du golfe du Saint-Laurent; la morue du sud du golfe du Saint-Laurent. L'expression « préjudice grave » a été définie comme étant une productivité amoindrie du stock (exemple : une surpêche du potentiel reproducteur). Cinq méthodes ont servi à estimer la biomasse du stock reproducteur (BSR) associée à une diminution du recrutement.

On a établi des points de référence limites pour deux stocks du Golfe, et déterminé provisoirement un niveau repère pour le troisième stock. Les estimations obtenues à l'aide de ces méthodes convergent à 80 000 t pour la BSR de la morue du sud du Golfe. Les résultats étaient plus dispersés dans le cas de la morue du nord du Golfe, pour laquelle on a adopté une limite provisoire de 200 000 t. Les participants ont reconnu le caractère limité des observations dans la fourchette des 100 000-200 000 t, et qu'on ne pourra vraisemblablement pas raffiner cette estimation avant de recueillir davantage d'observations sur les populations se situant bien à l'intérieur de cette fourchette. Selon les données actuelles, la limite de conservation de la biomasse est certainement supérieure à 100 000 t, mais elle pourrait se révéler inférieure à 200 000 t. Une fois que la BSR sera solidement retournée dans la plage des 100 000-200 000 t et qu'on aura évalué la productivité du stock dans cet éventail, de nouvelles analyses pourraient révéler si le stock a quitté la fourchette de productivité amoindrie avant que la BSR n'ait atteint 200 000 t. Pour ce qui est de la morue du Nord, on a, en raison de la variabilité des estimations, établi un niveau repère de 150 000 t, en convenant de calculer la limite de conservation (que l'on estime certainement plus élevée) une fois que la BSR atteindra 150 000 t. L'actuelle biomasse reproductrice est bien inférieure à la limite provisoire pour la morue du nord du Golfe et la morue du Nord; quand à la morue du sud du Golfe, la BSR est tout près de la limite.

En ce qui concerne les incertitudes et le risque, il a été convenu d'évaluer le statut actuel des stocks par rapport aux limites dans un contexte de risque. En particulier, on a convenu d'éviter les limites ci-dessus avec une grande probabilité (p. ex. 95 % ou plus). Chaque fois que ce sera possible, les rapports sur l'état des stocks évalueront la probabilité que la biomasse reproductrice ait atteint la limite ou se situe en-dessous.

Comme pour la morue du nord du Golfe, malgré le caractère limité des observations visant la morue du Nord dans un large éventail de biomasses (entre 150 000 t et 800 000 t), il sera de plus en plus instructif de réanalyser périodiquement les données sur le stock/recrutement pour voir à quel point la limite de conservation convenant à ce stock dépasse réellement 150 000 t. On a également reconnu qu'il fallait répartir la BSR parmi les frayères traditionnelles du nord-est de la plate-forme de Terre-Neuve, et qu'un échec de la reproduction dans les principales frayères historiques serait également considéré comme une preuve de productivité amoindrie.

Plus le stock approchera la limite de conservation, plus il sera important pour les gestionnaires de la ressource de stopper le déclin et de reconstituer la biomasse reproductrice. Dans le même esprit, advenant qu'un stock tombe sous la limite, il faudra que les gestionnaires donnent la priorité absolue à la reconstitution de la biomasse reproductrice. Dans de telles circonstances, une exploitation du stock serait considérée comme préjudiciable à la ressource.

Pour ce qui est de l'établissement de stratégies de récolte tenant compte de l'approche de précaution, il a été convenu que de telles stratégies supposent une réduction progressive de la pêche si le stock se déplace dans un territoire moins productif. Il faudrait établir à cette fin des repères de gestion, basés sur les caractéristiques de productivité des stocks.

Lorsqu'un stock est en déclin, il faudrait prendre des mesures de gestion dès que la probabilité d'atteindre le point de référence limite est encore relativement faible; en outre, la mortalité par pêche devrait être déjà faible lorsque la biomasse s'approche de la limite.

Les limites seront revues périodiquement à mesure que le corpus de données s'enrichira. On suggère d'évaluer les limites à intervalles de cinq ans.

Introduction

Du 5 au 8 novembre 2002, un atelier national a eu lieu à Ottawa, en vue d'établir des points de référence pour la morue et les espèces apparentées. Organisé conjointement par les secteurs des Sciences et de la Gestion des pêches du ministère des Pêches et des Océans, cet atelier a réuni quelque 35 personnes provenant de diverses régions du pays, dont quatre représentaient le Conseil pour la conservation des ressources halieutiques.

L'ordre du jour s'articulait autour de trois objectifs : 1) définir et établir des points de référence limites; 2) proposer une ligne de conduite pour la prise en compte de l'incertitude dans un contexte de gestion du risque; 3) discuter de stratégies de récolte qui soient conformes à une approche de précaution. Pour mieux orienter les travaux et discussions préparatoires et pouvoir cheminer concrètement, on avait inscrit cinq stocks au programme des discussions : 1) la morue du Nord, 2) la morue du nord du golfe du Saint-Laurent, 3) la morue du sud du golfe du Saint-Laurent, 4) la morue du Pacifique et 5) le merlu du Pacifique.

Après avoir examiné les séries de données, on a décidé de retenir les stocks de morue de l'Atlantique pour l'établissement de points limites. Dans le cas de la morue du Pacifique, les évaluations étaient compliquées par l'utilisation d'une relation stock-recrutement pour les reconstructions démographiques; quant au merlu du Pacifique, la dynamique du recrutement se révèle fort incertaine, étant caractérisée par quelques poussées occasionnelles de classes d'âge très fortes, entourées de périodes anémiques. On a donc convenu d'élaborer et de mettre à l'essai un gabarit pour les trois premiers stocks, qui se prêtaient davantage à l'établissement de méthodes générales pour la fixation des points de référence.

Le Cadre fédéral pour l'approche de précaution (AP), mis sur pied par le Bureau du Conseil privé, assujettit l'activité fédérale à une démarche de prudence interdisciplinaire (santé, ressources naturelles, etc.). L'AP constitue un volet spécial de la gestion du risque, déclenché par trois conditions prédéterminées :

1) Il faut prendre une décision ou une mesure.
2) Il y a un risque de préjudice grave ou irréversible.
3) Il y a une forte incertitude scientifique.

Dans le contexte des pêches, l'application du principe de précaution est habituellement déclenchée par l'existence d'un risque de préjudice grave plutôt que par la présence d'un risque avéré d'irréversibilité, le risque de préjudice étant généralement mesuré sous forme de surpêche (forte mortalité par pêche) et d'effets sur la biomasse reproductrice de l'espèce concernée. Le préjudice peut également toucher d'autres propriétés de l'espèce (p. ex. épuisement localisé de certaines composantes ou altération d'éléments de l'écosystème), mais les participants n'ont eu le temps que d'aborder la biomasse et le taux d'exploitation de l'espèce visée.

On a proposé « productivité amoindrie » comme définition adéquate pour « préjudice grave ». Cela permet de fixer les limites de conservation en corrélation directe avec le risque de productivité amoindrie. Chez les populations de poisson, la baisse de productivité est reliée à la capacité reproductive du stock. Une productivité amoindrie peut être imputable à divers facteurs : ralentissement de la croissance corporelle, modification du calendrier de maturation, hausse de la mortalité naturelle, faible recrutement. En ce qui touche les limites de conservation, on s'est tout d'abord intéressé au processus de recrutement. Dans ce cas, la baisse de productivité est causée par le fait que la biomasse reproductrice chute à un niveau si bas qu'il fait diminuer la probabilité de bon recrutement, ou augmenter la probabilité de faible recrutement. L'une et l'autre situations peuvent être considérées comme une preuve concluante de préjudice grave. Les règles décisionnelles devraient incorporer des points de référence limites, et préciser les mesures à prendre lorsqu'on approche ou dépasse ces points. La société détermine le niveau de risque tolérable, et il faut quantifier le risque à l'aide des « meilleures pratiques » de la science. On peut

décider sur qui repose le fardeau de la preuve, et la situation sera évaluée au cas par cas. Dans le contexte du MPO, le fardeau de prouver qu'il y a préjudice peut reposer sur le secteur des Sciences, puisque le MPO a les connaissances nécessaires pour évaluer le préjudice. Les limites de conservation doivent également être choisies par des experts techniques, à la lumière des meilleures données scientifiques disponibles. Dans les deux cas, les initiatives sont dirigées par des experts techniques du MPO en sciences et en gestion, mais elles devraient aussi tenir compte de connaissances complémentaires à celles des spécialistes du MPO.

Les points de référence limites sont souvent fixés en fonction de la mortalité par pêche (F) et de la biomasse du stock reproducteur (BSR), et les participants se sont concentrés sur les méthodes faisant appel à ces paramètres. Les points de référence limites délimitent des zones par rapport aux facteurs F et BSR. Des règles décisionnelles indiquent la nature de la mesure de gestion qui s'impose dans chaque zone. Dans les règles décisionnelles, les points de référence limites pour F visent généralement un non-dépassement des taux d'exploitation associés au rendement durable maximum. Par conséquent, les participants à l'atelier ont mis l'accent sur les points de référence limites de conservation pour BSR.

Les points de référence sont particuliers au régime de productivité concerné. Même si, dans cas de F, il est particulièrement important d'évaluer le point de référence limite en regard du régime de productivité qui a cours, afin de s'assurer que le taux d'exploitation concorde avec la production, il en va tout autrement lorsqu'il faut considérer les implications du régime pour les points de référence de BSR. La limite de conservation de la BSR pour un régime de faible productivité sera vraisemblablement inférieure à celle d'un régime hautement productif. Un abaissement du point de référence BSR, permettant à la biomasse de décliner à ces niveaux inférieurs, pourrait empêcher une reconstitution subséquente du stock, même avec un regain de productivité. Même en présence d'une relation inverse (où la limite de biomasse adéquate pour un régime de faible productivité serait supérieure à celle d'un régime de forte productivité), le stock aurait encore de la difficulté à se reconstituer après avoir atteint le point de référence inférieur, et il demeurerait dans un état de productivité amoindrie durant un certain nombre d'années. À tout événement, la fixation de points de référence propres au régime exigerait l'existence de données fiables à la fois sur les régimes qui ont eu cours durant toute la série chronologique historique et sur les régimes qui devraient se produire durant chacune des années pour lesquelles des avis de gestion seront formulés à l'avenir au moyen des points de référence propres au régime. De telles informations n'existent pas à l'heure actuelle, et on ne prévoit pas en obtenir à moyen terme. Pour estimer les points de référence, nous avons donc simplement utilisé toutes les données disponibles sur les stocks et le recrutement, ce qui nous a donné un solide estimateur de la biomasse globale sous laquelle la productivité est amoindrie, quel que soit le régime environnemental.

Points de référence limites BSR

Pour établir des limites de conservation, il faut deux ingrédients de base: un exposé biologique de ce qui caractérise la limite, et une méthode de calcul permettant d'opérationnaliser cet exposé. Diverses techniques ont été employées pour fixer de possibles points de référence limites. Chacune de ces techniques peut avoir une certaine utilité, et chacune peut également être critiquée dans au moins certains types d'applications. Étant donné la nature des données et la diversité des hypothèses formulées par chaque méthode, il peut y avoir des différences substantielles entre les résultats engendrés par chacune. Dans chaque application, l'expérience des responsables, leur jugement et une connaissance des particularités du stock constituent des pièces importantes de l'assise scientifique devant sous-tendre le processus de détermination des points de référence.

Le groupe de travail a considéré trois exposés biologiques caractérisant la limite: un exposé sur la biomasse historique à partir de laquelle une reconstitution a été observée, et deux exposés

associés à l'identification d'une biomasse sous laquelle le recrutement sera vraisemblablement faible:

1. La limite $B_{recover}$ est le point en dessous duquel la BSR ne devrait pas entamer de rapide reconstitution après l'arrêt de la mortalité par pêche, ou sous lequel on ignore la dynamique du stock. Au point $B_{recover}$, la BSR se reconstituera si les conditions sont moyennes ou favorables. Cependant, quand la BSR se situe autour de $B_{recover}$, rien ne garantit que le stock se reconstituera en régime de productivité non favorable.

2. La limite $Sb_{50/90}$ est le point sous lequel la population est peu susceptible d'engendrer un recrutement moyen quand les conditions de survie sont bonnes durant les premiers stades du cycle évolutif.

3. La limite SR_{50} représente la BSR où la population ne réussit pas, en moyenne, à produire la moitié du maximum possible.

Pour les stocks de gadidés à l'étude, on a retenu cinq méthodes de calcul pour établir les points de référence limites au sujet de la BSR, soit une méthode pour chacun des exposés 1) et 2) ci-dessus et trois méthodes pour l'exposé 3), correspondant à trois approches de détermination de la relation stock-recrutement (S-R) :

1) $B_{recover}$: la plus faible biomasse historique à partir de laquelle le stock s'est reconstitué facilement.
2) $Sb_{50/90}$: la BSR correspondant à l'intersection entre le 50^e percentile des observations de recrutement et la ligne de remplacement pour laquelle 10 % des points S-R sont situés au-dessus de la ligne.
3) BH_{50} : la BSR où le recrutement moyen prévu correspond à la moitié du recrutement maximum prédit par la supposition d'une relation stock-recrutement Beverton-Holt (c.-à-d. le recrutement correspondant à 50 % de la valeur de l'asymptote).
4) RK_{50} : la BSR inférieure où le recrutement moyen prévu correspond à la moitié du recrutement maximum prédit par la supposition d'une relation stock-recrutement de type Ricker (c.-à-d. le recrutement équivalant à 50 % de la valeur du sommet du dôme).
5) NP_{50} : estimation de la plus faible BSR où le recrutement médian prévu correspond à la moitié du recrutement maximum calculé par une analyse non paramétrique (c.-à-d. le recrutement équivalant à 50 % du plus haut recrutement médian atteignable par toute BSR à l'intérieur de l'éventail des observations historiques).

Après avoir vérifié individuellement les diverses valeurs B_{lim} possibles, on pourrait comparer celles qui auront été retenues pour avoir une idée de la certitude des avis formulés. Une agglutination dans une région en particulier conférerait un certain sentiment de confiance. Si les valeurs s'agglutinent en deux grappes, il faudrait invoquer des arguments secondaires pour privilégier une grappe. Si les valeurs pour B_{lim} se disséminent dans une vaste fourchette (par rapport aux incertitudes individuelles), les données sembleront alors peu révélatrices quant au degré de dépendance du recrutement sur la BSR. De nouvelles analyses ou simulations pourraient mieux éclairer les relations, mais il faudra probablement obtenir davantage de données sur la productivité du stock dans une vaste gamme de BSR et de conditions environnementales. Dans de tels cas, les principes de gestion du risque nous inciteraient à conserver la BSR au-dessus de toutes les valeurs candidates plausibles B_{lim}, jusqu'à ce qu'il soit possible de mieux estimer B_{lim}.

L'application de ces méthodes aux trois stocks a donné, en ce qui concerne la BSR limite, des valeurs relativement homogènes pour la morue du sud du Golfe (figure 1), mais largement variables pour la morue du nord du Golfe (figure 2) et la morue du Nord (figure 3). Pour la morue du nord du Golfe et la morue du Nord, le point de référence SR_{50} était très sensible à la méthode de calcul employée pour la relation stock-recrutement, ce qui met en doute les résultats obtenus.

En outre, dans le cas de la morue du Nord, les résultats semblent très influencés par le recrutement exceptionnellement élevé des premières années.

Nous disposons de critères de validité de l'ajustement et d'analyses résiduelles, pour les fonctions stock-recrutement et les facteurs de lissage. Dans les cas examinés, les limites basées sur BH_{50} et RK_{50} n'étaient pas toujours robustes en regard de l'incertitude des données. Un examen rapide des ajustements révèle que certains ajustements des fonctions S-R sous-jacentes aux observations des stocks et du recrutement n'étaient pas statistiquement significatifs. Un rééchantillonnage des données stock-recrutement ou des résidus de l'ajustement aux données pourrait produire des distributions de probabilité pour les paramètres des courbes S-R. On pourrait traiter de la même façon l'indice non paramétrique NP_{50}. La méthode de Serebreyakov présente une robustesse face à l'incertitude du modèle (puisqu'elle n'exige pas l'ajustement d'un modèle), et elle cadrait bien avec l'ensemble des trois stocks examinés, c'est-à-dire qu'elle donnait des estimations raisonnables par rapport aux BSR historiques et à la productivité. Une non-stationnarité des données S-R imputable aux régimes environnementaux occasionnerait des problèmes pour toutes les méthodes, par exemple si tous les points situés au-dessus de la ligne d'une reconstitution à 90 % provenaient d'un régime antérieur.

Pour la morue du sud du Golfe, la meilleure estimation du point de référence limite était une BSR de 80 000 t. Pour la morue du nord du Golfe, cette limite était estimée à 200 000 t. Cependant, étant donné la pauvreté des données sur les recrutements prévus dans la gamme des 100 000-200 000 t (puisque le stock a traversé très rapidement cette fourchette), cette estimation de 200 000 t demeure temporaire et pourrait être révisée à la baisse lorsqu'on acquerra de nouvelles données. Cependant, d'ici à ce que le stock se soit bien rétabli dans la fourchette des 100 000-200 000 t, on ne pourra vraisemblablement pas définir plus précisément la valeur. En ce qui touche la morue du Nord, il a été impossible de fixer avec précision une limite, en partie parce que les données historiques S-R ne permettent pas de définir avec précision les pics de BH_{50} et RK_{50}. Cependant, on reconnaît que la limite de conservation doit être supérieure à 300 000 t. Quand la BSR approchera les 150 000 t, on pourra alors examiner les données et tenter de voir si elles s'avèrent plus révélatrices quant à la limite de conservation appropriée (compte tenu de toutes les connaissances accumulées jusqu'alors).

Temps requis pour reconstitution

Le « temps requis pour reconstitution » n'a pas été retenu comme mesure primaire de préjudice grave, puisqu'il est fortement influencé par les variations de productivité globale et par ce qu'on entend par « état reconstitué ». On le considère toutefois comme une façon de contrevalider les résultats des cinq autres méthodes employées. Dans ce contexte, on estime qu'un intervalle de deux générations représente une période de reconstitution raisonnable, l'application des mesures correctrices (réductions de TAC, gestion spatiale, etc.) étant suivie d'une rapide réaction démographique positive. Les rythmes de reconstitution ont été déterminés au moyen de projections démographiques qui, eu égard aux limites de conservation, devaient logiquement intégrer une relation stock-recrutement.

On a présenté trois estimations du temps requis pour une reconstitution effectuées au moyen de modèles différents, qui ont tous fait appel à des relations stock-recrutement non paramétriques. Ces estimations sont généralement compensatrices en situation de faible biomasse, puisque ces modèles ne comprennent pas un passage par l'origine. Dans une simulation concernant la morue du nord du Golfe, la reconstitution était piégée dans un régime de faible productivité (recrutement).

Incertitude et évaluation du risque

Les « évaluations du risque » et les « tampons » sont à la fois des moyens de prendre en compte les incertitudes inhérentes aux évaluations de stock et aux systèmes de gestion des stocks, un élément essentiel d'une saine gestion du risque et un aspect clé de l'approche de précaution. Les tampons ont pour effet d'assurer la prise de mesures de conservation avant l'atteinte de la limite. On compare l'efficacité relative des diverses mesures de gestion possibles en comparant l'état résultant de la ressource par rapport au point de référence. Il est donc pertinent d'avoir une incertitude à la fois dans l'estimation de l'état de ressource et dans l'estimation du point de référence.

Comme l'illustre la démarche employée ici pour estimer B_{lim}, la détermination des points de référence nécessite normalement une comparaison entre les résultats produits par divers modèles, une connaissance de la situation propre au stock et une dose de jugement. En outre, comme les modèles décrivant la dynamique de la productivité expliquent rarement de façon convaincante la variation entre les observations, il faut considérer plusieurs modèles concurrents. Dans un tel cas, la principale incertitude est celle relative au jugement porté sur les lacunes des modèles, et il n'est pas particulièrement utile d'avoir une estimation sur l'incertitude découlant de l'un ou l'autre modèle. L'incertitude de l'estimation s'exprime plutôt entièrement dans les utilisations que l'on fait des points de référence à des fins de gestion du risque, une fois qu'ils ont été choisis. Par conséquent, les points de référence sont considérés comme des constantes prescrites, basées sur la prise en compte et l'évaluation raisonnée d'une diversité de techniques concurrentes.

Normalement, les évaluations périodiques servent à déterminer l'état actuel d'un stock en regard des points de référence, et ce d'une manière probabiliste ou fondée sur le risque. Habituellement, les incertitudes inhérentes à de telles évaluations sont imputables à des incertitudes d'estimation ou à des erreurs aléatoires dans les données, et non pas à une mauvaise spécification du modèle ou à des erreurs systématiques dans les données. Selon le cadre temporel d'évaluation du risque, il peut ou non y avoir incertitude quant aux états futurs de la nature, p. ex. le recrutement ou la croissance corporelle. L'expérience accumulée jusqu'à maintenant et diverses études de simulation nous apprennent qu'on sous-estime généralement l'incertitude entourant les projections à plus long terme.

On dispose déjà d'évaluations explicites du risque pour de nombreux stocks. Souvent, on peut exprimer le risque sous forme de probabilité que la biomasse reproductrice chute en dessous d'une valeur prescrite ou continue de décliner, pour divers scénarios de capture. Quand on dispose d'évaluations du risque, on peut obtenir directement l'effet « tampon » en pratiquant une gestion fondée sur l'aversion au risque au sujet de la limite de conservation, au lieu d'élaborer concrètement des tampons explicites. Le MPO ne s'est actuellement pas doté de politique sur le degré d'aversion au risque à respecter, mais des tolérances de 5 % ou 10 % sont appliquées ailleurs.

Même si l'estimation statistique de l'incertitude est un outil important, il est impossible de quantifier toutes les sortes d'incertitude. Il faut donc garder à l'esprit cette mise en garde lorsqu'on examine les résultats; autrement dit, les risques réels associés aux choix de gestion seront immanquablement plus élevés que les risques calculés par les analyses quantitatives. Dans toute la mesure du possible, la méthode employée pour calculer l'incertitude de l'estimation ne doit postuler que peu d'hypothèses sur la distribution des erreurs spécifiques, ou bien opposer une solide robustesse face à cette spécification.

Stratégies de récolte

Dans la conception des stratégies de récolte, il faut s'assurer de pouvoir gérer et conserver à un très faible niveau le risque qu'un stock atteigne sa limite de conservation. Autrement dit, il faut voir à éviter les limites de conservation des BSR avec un fort degré de probabilité. Les stratégies de récolte visent également à préserver la productivité de la ressource en tenant F à un niveau modéré. Considérant le caractère limité de la ressource halieutique exploitable, il est essentiel de définir clairement les niveaux d'exploitation ainsi que les règles décisionnelles. Si l'on y arrive et que les règles sont bien observées, alors la probabilité est très élevée que le stock augmente au-delà de la limite de conservation.

Dans la formulation des règles décisionnelles, il peut s'avérer nécessaire de considérer les aspects sociaux et économiques, en plus du volet conservation comme tel. Voici les facteurs importants qui influent sur les mesures de gestion et/ou de contrôle des activités de récolte :

- état et productivité du stock
- capacité relative de la flottille
- structure économique de la flottille (dette, incitations structurelles comme l'admissibilité à l'assurance-emploi, analyse coûts/revenus, etc.)
- relation entre le nombre de bateaux/pêcheurs/lieux de débarquement et l'intensité de la vérification (agents des pêches et équipement, Programme de surveillance à quai, observateurs)
- coûts de la gestion et de la vérification des opérations de pêche par rapport à la valeur au débarquement
- type de gestion des pêches (quotas transférables individuels ou quotas individuels ou pêche concurrentielle)
- éthique de conservation de la flotte
- volumes de poisson nécessaires pour satisfaire les besoins en prises accessoires des autres pêches
- quantités nécessaires pour satisfaire aux droits et/ou aux besoins des autochtones (pêches alimentaires, accès commercial)
- quantités nécessaires pour satisfaire aux besoins de surveillance scientifique.

Selon une méthode conceptuelle mise au point par le secteur de la Gestion des pêches, les caractéristiques des flottilles de pêche se prêtent davantage à une réduction échelonnée des quotas de pêche qu'à une réduction constante ou linéaire, quand on approche de la limite de conservation.

Zones repères de gestion des pêches

Du point de vue de l'accès, il est utile de définir des zones repères de gestion pour certaines pêches, ce qui permet de formuler des règles décisionnelles claires, décrivant la façon dont les quantités de poisson disponibles peuvent combler divers besoins. Par exemple, le barème suivant s'échelonne entre une interdiction de pêche et la pratique d'une pleine pêche commerciale :

Zone de surveillance – bien en-dessous de la limite de conservation

- Mortalité par pêche strictement limitée aux activités approuvées de surveillance scientifique. La mortalité par pêche sera relativement constante, à un niveau extrêmement faible. Aucun volume important de prises accessoires ne sera permis pour les autres pêches.

Zone de prises accessoires accidentelles – sous la limite de conservation

- Mortalité par pêche supplémentaire limitée aux prises accidentelles, pour permettre la pratique d'autres pêches dirigées lorsque les captures accessoires

sont peu importantes et qu'on a pris toutes les mesures raisonnables pour réduire ces dernières.

- La mortalité par pêche sera variable, depuis un plafond jusqu'à un niveau très faible.

Zone de prises accessoires

- Mortalité par pêche supplémentaire limitée aux prises accessoires normalement effectuées dans d'autres pêches dirigées, sans plafond précis.
- La mortalité par pêche est faible, et les prises varient selon la biomasse du stock visé et la biomasse des stocks des espèces à pêche dirigée.

Zone de pêche normale

- La mortalité par pêche supplémentaire dépend de la pratique de pêches commerciales/sportives, elle est limitée par un TAC et définie par les caractéristiques ci-dessus.
- Au-dessus de ce point, la mortalité par pêche serait tenue à un niveau modéré et l'on pourrait adopter une approche graduelle pour modifier les TAC.

Règles décisionnelles relatives aux zones repères – Application de l'approche de précaution

Le passage de l'une à l'autre des zones-repères ci-dessus suppose la mise en place d'une importante série de mesures de gestion des pêches visant à modifier la mortalité par pêche du stock et à créer un important point d'inflexion dans la relation captures/biomasse. Tout mouvement inter-zones doit être guidé par une série prédéterminée de décisions, pouvant être formulées pour chaque stock en particulier. On propose d'asseoir ces zones et les points d'inflexion sur le statut des stocks et le régime de productivité, sur les paramètres susmentionnés de contrôle des prises et sur les cibles visées par les pêches.

Quelques caractéristiques du statut des stocks :

- Abondance
- BSR
- Taux de mortalité

Quelques caractéristiques du régime de productivité :

- Recrutement
- Taux de croissance
- Indice de condition
- Âge à la maturité
- Répartition géographique

Quelques caractéristiques des règles décisionnelles :

- Les taux de capture doivent augmenter plus lentement qu'ils ne déclinent.
- Pour hausser les prises au-delà d'un point d'inflexion, il faut démontrer que le statut du stock et le régime de productivité sont tous deux positifs.
- Les règles décisionnelles doivent reposer sur l'atteinte d'objectifs pré-déterminés.
- En situation de faible biomasse reproductrice, tenir la mortalité par pêche à un niveau modéré et promouvoir la reconstitution.

Ce cadre a été discuté dans un sous-groupe, mais les participants n'ont pas fixé de seuils d'action précis (repères de gestion) au sujet des trois stocks de morue discutés. On a abordé le cadre conceptuel, et fixé des pistes d'action à approfondir. En général, il est impossible de fixer des règles fermes et définitives de contrôle des prises sans consulter les parties prenantes.

Considérations entourant la réouverture d'une pêche fermée

Il a été convenu d'appliquer les mêmes critères à la réouverture d'une pêche qu'à sa fermeture. On n'a pas proposé de fixer une hystérèse explicite (point de référence pour l'ouverture supérieur à celui déclenchant la fermeture). Cependant, on a souligné qu'une modification des facteurs touchant la production, spécialement le recrutement, pourrait introduire une hystérèse.

Les discussions ont surtout porté sur l'imposition d'une limite basée sur la BSR, mais si l'on obtenait un paramètre plus révélateur, il faudrait l'appliquer. De tels paramètres, par exemple le potentiel reproducteur, pourraient fort bien faire émerger une hystérèse quant à la biomasse. Autrement dit, advenant qu'un régime ait changé durant ou après le déclenchement d'une fermeture, une biomasse plus abondante pourrait s'avérer nécessaire à la production du même potentiel reproducteur. D'autres paramètres (taille, structure par âge du stock, taux de maturation) constituent de bons candidats comme facteurs dépendant du régime. En outre, une modification des taux de croissance ou des taux de mortalité naturelle pourrait également affecter le délai de reconstitution, ce qui pourrait modifier les taux de mortalité par pêche dans un cadre de gestion du risque.

Étant donné la difficulté de prédire la durée d'un régime, on peut avoir de la difficulté à définir précisément ce qu'on entend par état reconstitué. La direction de la trajectoire du stock pourrait à elle seule être utile. Cependant, des études menées pour d'autres stocks (Conseil international pour l'exploration de la mer) laissent croire que la présence d'incertitudes de gestion ou une « erreur d'application » pourraient constituer des obstacles critiques à la reconstitution. Il faudrait quantifier ces risques chaque fois que l'on envisage de réouvrir une pêche.

Enfin, on a souligné que la stratégie de pêche devrait être conçue de façon telle que les pratiques de pêche ne puissent prolonger ni exacerber un régime non productif. En outre, tout changement dans la structure ou dans la dynamique du stock en période de faible abondance pourrait faire en sorte que le délai de reconstitution soit beaucoup plus long que la période de baisse de la productivité.

Discussion

Même si une vaste amplitude de BSR peut occasionner un faible recrutement, la probabilité de faible recrutement s'accroît substantiellement avec la diminution de la BSR pour tous les stocks étudiés, sauf le merlu du Pacifique, pour lequel aucune tendance en ce sens n'a été observée. Pour les trois stocks étudiés en détail, il faudrait maintenir la BSR à des niveaux beaucoup plus élevés qu'actuellement, pour que la probabilité de faible recrutement demeure basse.

Idéalement, il faudrait comparer d'un stock à l'autre les points de référence limites, pour en évaluer la conformité avec la dynamique du stock. Les limites devraient « cadrer » adéquatement (présenter une certaine cohésion d'un stock à l'autre compte tenu de leur productivité) et être robustes (insensibles à de légères modifications dans les données d'entrée). À l'heure actuelle, cependant, nous avons peu d'expérience dans l'exécution de telles comparaisons (méta-analyses). Néanmoins, pour les trois stocks examinés, la limite $Sb_{50/90}$ était raisonnablement bien cadrée d'un stock à l'autre. Le cadrage de $B_{recover}$ est moins satisfaisait, peut-être parce que les limites basées sur cette méthode étaient influencées par le degré auquel les reconstitutions antérieures résultaient de circonstances particulières. Il en va de même pour RK_{50}, BH_{50} et NP_{50}, où les comparaisons inter-stocks étaient compliquées par la grande hétérogénéité de l'évaluation de l'ajustement (voir ci-dessus).

En résumé, cinq méthodes ont été retenues pour définir les points de référence limites de ces stocks. Une des cinq méthodes repose sur le plancher historique de la biomasse à partir duquel on a déjà observé une reconstitution. Les quatre autres méthodes cherchent à déterminer le

niveau de BSR sous lequel le recrutement est susceptible d'être faible. Une autre méthode, fondée sur le délai de reconstitution, a été proposée comme mécanisme de validation des résultats. Étant donné la nature des données et les hypothèses des méthodes, ces dernières peuvent générer des résultats extrêmement variables pour un stock donné. Voici quelles étaient les meilleures estimations de la limite de la biomasse reproductrice pour les trois stocks à l'étude :

- Les valeurs étaient relativement semblables pour la morue du sud du Golfe, mais elles s'avéraient plus variables pour la morue du Nord et de la morue du nord du Golfe. En ce qui touche la morue du sud du Golfe, la meilleure estimation de la limite était une BSR de 80 000 t. Pour la morue du nord du Golfe, on évaluait cette limite à 200 000 t, en reconnaissant la faiblesse des données pour la fourchette des 100 000-200 000 t. Cependant, d'ici à ce que le stock soit demeuré pendant au moins quelques années bien à l'intérieur de cette fourchette, il sera impossible d'évaluer quelle BSR suffirait à garder peu élevé le risque de faible recrutement. Une fois que la BSR sera solidement retournée dans l'éventail des 100 000-200 000 t et qu'on aura estimé la productivité du stock à ces biomasses, de nouvelles analyses pourraient indiquer si le stock était sorti de la plage de productivité amoindrie avant que la BSR ait atteint les 200 000 t.

- Pour la morue du Nord, il a été impossible de fixer une limite pour la BSR. Cependant, il est clair que la limite associée à un recrutement amoindri serait supérieure à 300 000 t. En outre, les regroupements de géniteurs devraient être largement répartis dans la zone hauturière avant qu'il ne soit probable que le recrutement cesse d'être affecté. Lorsque la BSR approchera les 150 000 t, on pourra alors réexaminer les données et revoir le jugement porté à savoir si elles sont suffisamment révélatrices pour étayer la fixation d'une limite de conservation. Dans la négative, on disposerait à tout le moins d'assez d'informations pour fixer une nouvelle cible de BSR repère, tout en veillant à recueillir de nouvelles données sur la dynamique de la productivité des stocks.

- Ces méthodes ont généralement été jugées appropriées à l'égard de tous les stocks pour lesquels on dispose de séries chronologiques sur le stock et le recrutement. Même si certains stocks peuvent présenter les types de difficultés caractérisant la morue du nord du Golfe (vaste plage de BSR dont on connaît peu la productivité potentielle) et le merlu du Pacifique (séries chronologiques dominées par un très petit nombre de recrutements très élevés), ces méthodes permettent à tout le moins d'explorer les limites des BSR pour beaucoup d'autres stocks.

- On réexaminera périodiquement ces limites à mesure qu'augmentera le corpus de données. On propose de réévaluer ces limites à intervalles de cinq ans.

La fixation de points de référence limites concernant la biomasse et la mortalité par pêche ne suffisent peut-être pas à appliquer adéquatement un cadre de précaution. Lorsqu'il s'agit d'établir s'il y a préjudice grave, il faut considérer d'autres aspects, même non quantitatifs, notamment la perte de composantes reproductrices, la structure par âge, la production et la diversité génétique. On recommande d'évaluer ces facteurs au cas par cas, d'ici à ce qu'ils puissent être évalués systématiquement.

La figure 4 illustre la relation entre les points de référence limites pour la gestion des pêches et les points de référence associés aux mesures visant les espèces en péril. Ces données proviennent d'un rapport de la FAO sur la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction) auquel J. Pope et J. Rice ont contribué, et qui place les points de référence limites dans un contexte élargi de gestion du risque (FAO Fisheries Circular 954, 2000). Soulignons que les points de référence limites pour la gestion des pêches sont de plusieurs ordres de grandeur supérieurs à la biomasse associée aux espèces menacées ou en danger de disparition.

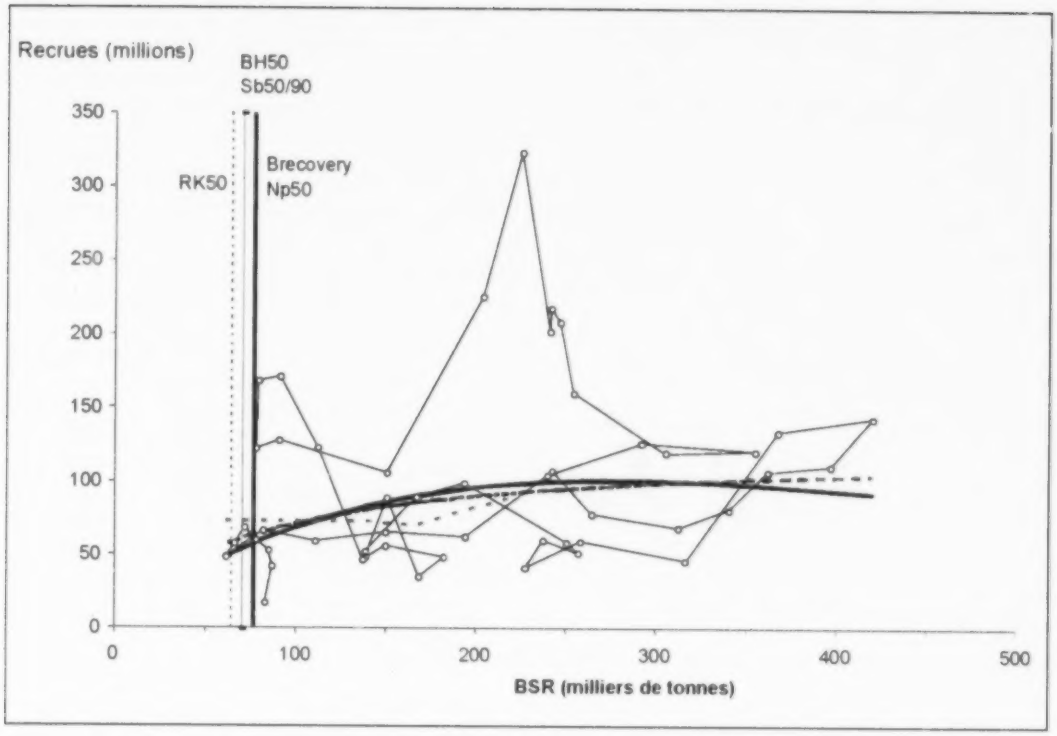

Figure 1: Points de référence limites pour la morue du sud du Golfe (4TVn)

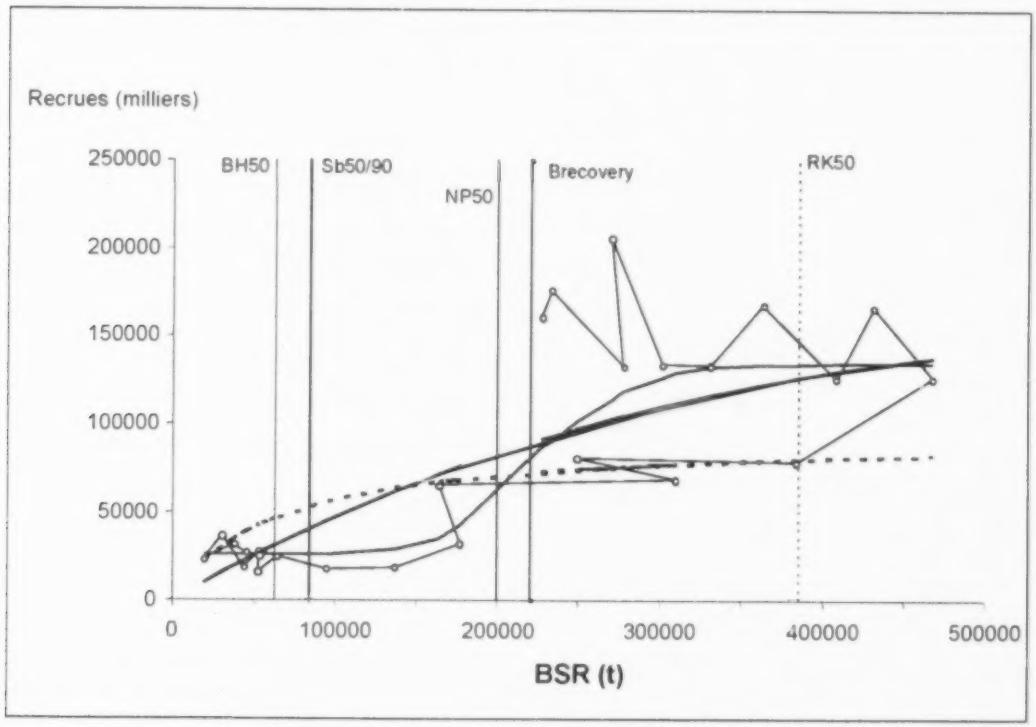

Figure 2: Points de référence limites pour la morue du nord du Golfe (3Pn4RS)

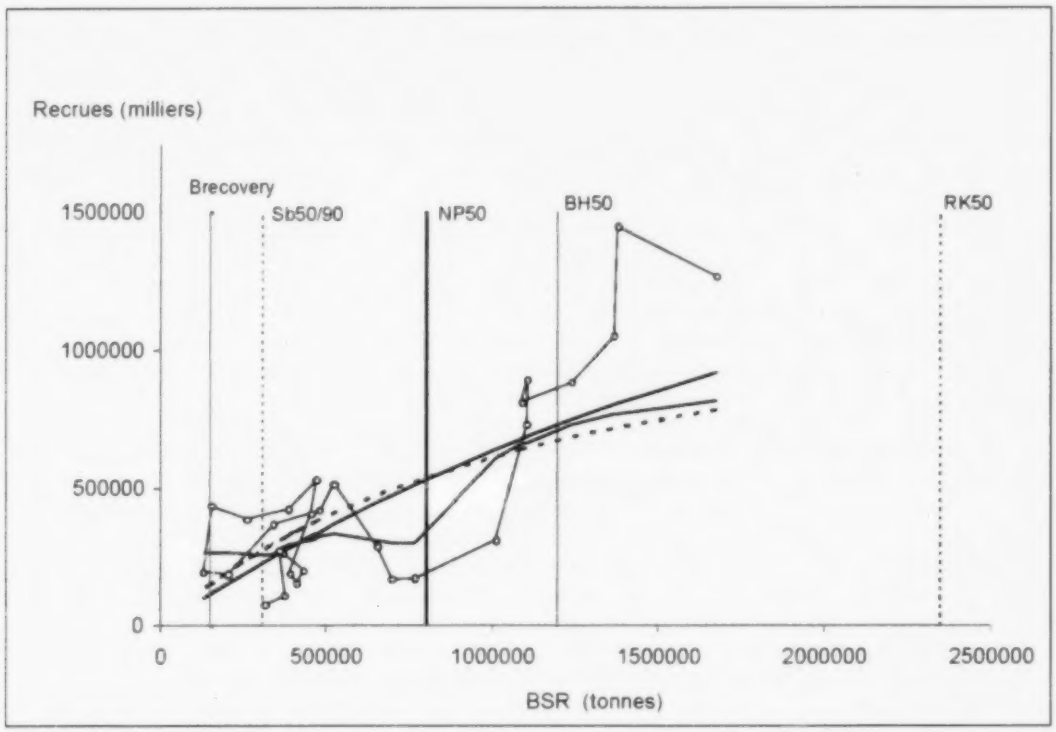

Figure 3: Points de référence limites pour la morue du Nord (2J3KL)

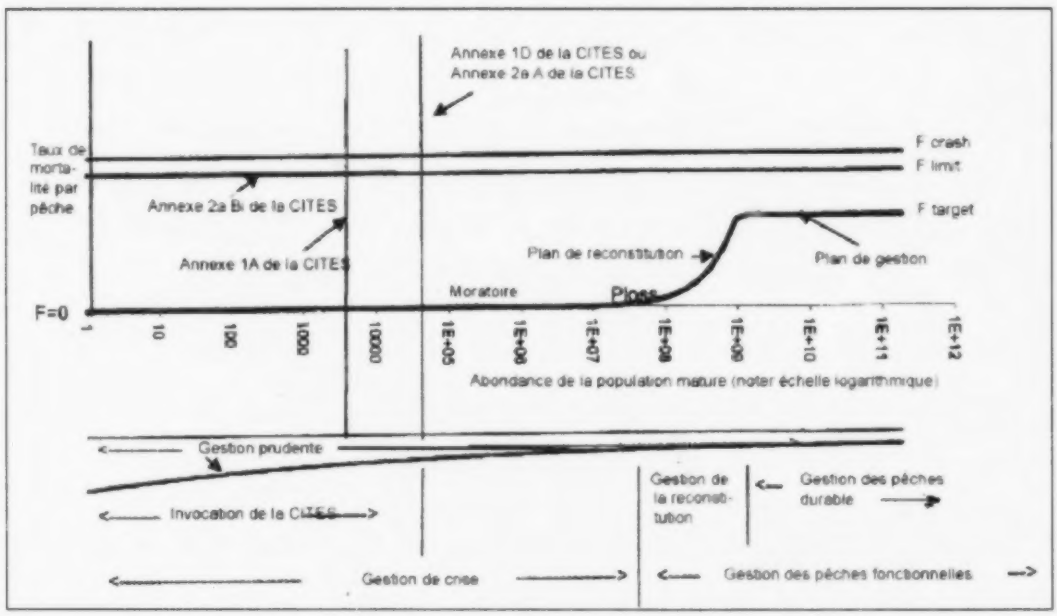

Figure 4: Points de référence dans le contexte d'une gestion prudente et de la CITES. Les points de référence limites des BSR se situent à la bifurcation entre une gestion fonctionnelle et une gestion de crise des pêches. Pour plus d'information sur l'application de la CITES dans le contexte canadien, se reporter au document du CSEMDC. (Figure tirée de FAO Fisheries Circular 954, 2000)

Annexe I : Liste des participants

Atelier national sur les points de référence concernant les gadidés

Participants :

1. Annand, Chris – MPO Maritimes – GP
2. Bevan, David – MPO RCN – GP *
3. Cadigan, Noel – MPO Terre-Neuve - Sciences
4. Castonguay, Martin – MPO Québec - Sciences
5. Chapman, Bruce – CCRH
6. Chouinard, Ghislain –MPO Golfe Sciences
7. de March, Larry –MPO C&A - GP
8. Duplisea, Daniel –MPO Québec - Sciences
9. Fréchet, Alain –MPO Québec - Sciences
10. Fu, Caihong –MPO Pacifique - Sciences
11. Gavaris, Stratis –MPO Maritimes - Sciences
12. Gillis, Dave –MPO RCN - Sciences
13. Hébert, Réjean –MPO Golfe - GP
14. Kristmanson, James –MPO RCN - Sciences
15. Labonté, Serge –MPO RCN – Sciences *
16. Lane, Dan –CCRH Université d'Ottawa
17. Lilly, George –MPO Terre-Neuve - Sciences
18. MacDonald, Al –MPO Pacifique - GP
19. Maguire, Jean-Jacques –CCRH
20. Mashal, O'Bai –MPO RCN – Sciences *
21. McQuinn, Ian –MPO Québec - Sciences
22. Mohn, Bob –MPO Maritimes - Sciences
23. O'Boyle, Bob –MPO Maritimes - Sciences
24. Perry, Jaqueline –MPO Terre-Neuve - GP
25. Pope, John –CCRH
26. Rice, Jake –MPO RCN - Sciences
27. Rivard, Denis –MPO RCN - Sciences
28. Russell, Roy –MPO Terre-Neuve - GP
29. Shelton, Peter –MPO Terre-Neuve - Sciences
30. Sinclair, Alan –MPO Pacifique - Sciences
31. Vermette, Michel –MPO GP
32. Vienneau, Rhéal –MPO Golfe – GP
33. Watson-Wright, Wendy, MPO NCR - SMA Sciences *

* Présence partielle

Annexe II : Cadre de référence

Atelier national sur les points de référence concernant les gadidés
Ottawa, 5 au 8 novembre (jusqu'à midi) 2002

Comité directeur :
G. Chouinard, S. Gosselin, J. Kristmanson, B. O'Boyle, J. Rice, D. Rivard, P. Shelton, A. Sinclair, M. Vermette

Endroit : Hôtel Lord Elgin, Ottawa

Modalités :
Deux ateliers parallèles :

- un atelier dirigé par la Gestion des pêches sur les points de référence et les règles décisionnelles en matière de gestion;
- un atelier dirigé par le secteur des Sciences sur les points de référence pour la conservation et sur la prise en compte des incertitudes et du risque.

Séances inaugurales conjointes : sur le(s) cadre(s) et les données.
Séances séparées : style de travail, méthodes d'analyse, estimation des valeurs candidates pour les points de référence.

Séance conjointe de mi-parcours sur les progrès réalisés et les problèmes rencontrés.
Séance de clôture conjointe sur les résultats obtenus.

Points de mire :

Au sujet des gadidés :

- Principaux stocks : morue du Nord, morue du nord du Golfe et du sud du Golfe, merlu du Pacifique, morue du Pacifique.
- Autres stocks de gadidés, selon les participants (*à déterminer*)

Au sujet des approches méthodologiques :

- Nécessité d'asseoir sur une assise analytique systématique la détermination des points de référence pour la conservation et la quantification de l'incertitude.
- Nécessité de baser les méthodes d'analyse sur des fondements biologiques et statistiques.
- Nécessité de fixer des orientations claires sur les liens unissant les traitements analytiques de l'incertitude aux règles décisionnelles pour assurer la prise de décisions basées sur une aversion au risque, que ce soit par l'utilisation de points de référence « tampons/approche de précaution » ou par d'autres mécanismes.
- Il faudrait avoir un énoncé clair concernant les (éventuelles) limites sur la généralité des bases d'analyse, et sur la conduite à suivre pour les cas qui débordent les limites générales.

Au sujet des points de référence :

- Nécessité de produire des points de référence candidats pour la conservation de tous les principaux stocks, et pour le plus grand nombre possible d'autres stocks compte tenu du temps disponible.
- Il serait bon de proposer des points de référence candidats et des règles décisionnelles pour la gestion.

Annexe III : Ordre du jour :

Journée 1 :

Revue des principaux concepts sous-tendant les points de référence limites : (*Shelton, Rice, Cadigan, Gavaris, Mohn*)

Point de référence limite pour la conservation (point de préjudice grave)
Évitement avec « forte probabilité »
« Actualité » des points de référence (BSR, F, possibilité d'autres points, reconnaissance du besoin d'homogénéité).

Revue des concepts-clés de l'incertitude

Quelles sources d'incertitude doivent être considérées? (Défalquer l'incertitude des résultats des évaluations, ou bâtir l'incertitude à partir de ses composantes)
Rôle de l'incertitude et de la gestion du risque (approches déclenchant la prise de mesure avant l'atteinte de la limite de conservation)

Expérience jusqu'à maintenant :

Morue de 4X et aiglefin (*O'Boyle et Lane*)

Cadre scientifique – pour chaque stock clé :
(*Chouinard, Fréchet, Fu, Shelton, Sinclair*)

Données-clés (recrutement, BSR, tendances des captures, schémas R-BSR
Point de vue de l'évaluateur sur les limites de conservation, sources et ampleurs des incertitudes-clés, définition de productivité « amoindrie ».

Cadre de gestion – pour chaque stock-clé, le point de vue du gestionnaire sur : (*Vermette et coll.*)

Points de référence cibles pour la gestion
Règles décisionnelles (ou pour le contrôle des prises)
Repères de gestion [p. ex. dans le contexte de l'approche en escalier]
Tolérances au risque

Journée 2 : Séances de travail distinctes du secteur des Sciences et de celui de la Gestion des pêches

Journée 3 : Matinée : séance conjointe – rapport d'avancement

Après-midi : séance de travail suivie d'une plénière sur :

l'approche de précaution et le cadre de gestion pour les stocks clés; (*Chouinard, Fréchet, Shelton, Sinclair*)
l'approche de précaution et le cadre de gestion pour les autres stocks (*participants choisis*).

Journée 4 : Matinée (seulement) : séance récapitulative

Principes et méthodes pour :

L'établissement des limites de conservation
La quantification de l'incertitude et du risque
La gestion du risque – gestion explicite *vs* tampons ou points de précaution
Établissement de cibles de gestion
Application de règles décisionnelles formelles